

розчином гідразину. Вміст сполук з відновними властивостями в об'ємі розчину був еквівалентним кількості йонів Аргентуму в клиноптилоліті. Це давало змогу практично повністю використати ці реагенти. Клиноптилоліт з осадженим за допомогою гідразину на його поверхні сріблом піддавали термічному обробленню за температури 200 °С. Це необхідно для термічного розкладу гідразину, який є токсичним; при цьому срібло відігравало роль каталізатора цього процесу.

Вміст дисперсних частинок срібла у клиноптилоліті додатково визначали методом хімічного аналізу.

Зміною еквівалентного співвідношення між кількістю йонів Аргентуму, що містяться в частинках клиноптилоліту, та в розчині реагенту можна одержати сорбент, що містить срібло у різному вигляді: йонів Аргентуму та дисперсних частинок. Очевидно, що співвідношення між обома формами срібла у клиноптилоліті досягається зміною еквівалентного співвідношення між йонами Аргентуму та реагенту.

Ефективність клиноптилоліту, модифікованого сріблом у вигляді йонів чи/та дисперсних частинок, як фільтрувального завантаження з антимікробними властивостями було підтверджено експериментально. Після фільтрування через отримані зразки клиноптилоліту природну воду, взяту з відкритого джерела, проводили санітарно-бактеріологічні дослідження. Встановили, що модифікування сріблом дає змогу, перш за все, запобігти мікробіологічному забрудненню фільтрувального завантаження - позитивні результати було отримано в усіх випадках. Однак найкращі результати отримані при застосуванні клиноптилоліту модифікованого йонами Аргентуму з їх вмістом близько 2...2,5 мекв на грам клиноптилоліту. Дещо гірші показники досягнуто у разі комбінованого модифікування – йонами Аргентуму та частинками срібла.

Зменшення мікробного числа, порівняно з вихідною водою, забезпечується використанням клиноптилоліту, модифікованого йонами Аргентуму. Модифікований дисперсними частинками срібла цеоліт поки-що не спричинив дезінфікувальну для води дію. Можливим поясненням є утворення на поверхні частинок клиноптилоліту поряд з високо дисперсними частинками срібла й більших за розмірами утворень. Зміна технологічних параметрів осадження срібла, можливо, дасть змогу досягнути рівномірності як дисперсного складу, так і осадження по поверхні частинки цеоліту.

Загалом, комплекс виконаних досліджень дав змогу стверджувати, що клиноптилоліт, модифікований сріблом, може слугувати ефективним завантаженням або елементом (окремим шаром) фільтрувального завантаження у фільтрах для природної води.

---

## **ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОНБАСУ. ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ**

***Камаєв В.С., Гомеля М.Д.***

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна, м. Київ, [inna.trus.m@gmail.com](mailto:inna.trus.m@gmail.com)*

Відомо, що Україна відноситься до держав з обмеженими водними ресурсами. При цьому слід враховувати нерівномірність їх розподілу по території країни [1]. Із 83,5 км<sup>3</sup> відновлювальних водних ресурсів, включаючи всі водойми і підземні води, 80 % зосереджені в басейні Дніпра. При цьому екологічний стан Дніпра важко назвати задовільним, особливо якщо врахувати його забруднення радіоактивними речовинами в результаті аварії на ЧАЕС і накопичення їх в донних відкладах Київського моря. Крім того в деяких відкладах Дніпра і

розміщених на ньому водосховищ, інших водойм України знаходиться велика кількість високотоксичних важких металів та інших токсикантів [2, 3]. До сьогодні в Україні відсутні нормативи щодо рівня забруднення донних відкладів. А вони є джерелом значних екологічних ризиків. При евтрофікації водойм значна кількість токсичних речовин переходить із донних відкладів у воду. При цьому концентрації радіонуклідів, важких металів у воді зростають у сотні, а то й сотні тисяч разів. Очевидно, що існуючі станції водопідготовки із застарілими технологіями не здатні очистити воду до необхідного рівня. Іще більш складною є ситуація в басейнах інших річок.

Особливо складною є ситуація в промислових районах. Так, за об'ємом забору води р. Сіверський Донець займає друге місце після Дніпра, хоча за водністю вона є четвертою річкою України. У Дніпрі забір води складає 16,22 %, у Сіверському Донці – 36,3 %. При цьому дана річка є практично головним джерелом водопостачання, в тому числі і постачання питної води всього Донбасу. Якщо врахувати, що джерела водопостачання є і місцем скиду стічних вод, то зрозуміло, чому екологічний стан Сіверського Донця є незадовільний по ряду показників, включаючи мінералізацію, жорсткість води, ХСК, БСК, концентрацією важких металів та ряду інших параметрів.

Важливим фактором є необхідність транспортування води по водогоних на великі відстані. Через незадовільний стан водогонів втрати води при транспортуванні сягають 20 – 30 %. Крім того відбувається вторинне забруднення води.

Особливо гостро стоїть проблема водозабезпечення населення в Донецькій та Луганській областях, де проживає понад 6 млн. осіб. Ця проблема була досить гострою і до 2014 р. Саме тому на державному рівні було розроблено проект модернізації водозабезпечення Донбасу. Після розгортання військових дій та переходом частини території під контроль сепаратистів ситуація стала практично нестерпною. Це пов'язано з тим, що внаслідок знаходження частини водопровідних мереж на неконтрольованій Україною території, постачання води навіть з незадовільною якістю стало проблематичним. Більше того, неконтрольований скид стічних і шахтних вод призводить як до різкого погіршення якості води, так і до підтоплення територій, в тому числі територій міст, селищ міського типу та інших населених пунктів. Шахтні води скидаються як із діючих, так і із непрацюючих шахт. В останньому випадку неконтрольоване водовідведення є іще небезпечнішим, ніж організований скид стічних вод.

Система водозабезпечення Донбасу і раніше була недосконалою, не вирішувала питання подачі необхідної кількості води, не кажучи вже про її якість. Система була низькопродуктивною, енергозатратною. Втрати води при транспортуванні перевищували 30 %. Збудовані у 1958 р. канал Сіверський Донець – Донбас та водогони Донецької і Луганської областей являють собою досить зношену інфраструктуру. Військові дії 2014 – 2019 рр. нанесли серйозні пошкодження системам водопостачання. Крім того, значна частина водопровідних мереж недоступна для ремонту і профілактики. Тому втрати води іще збільшились при досить скрутному становищі населення регіону. Вирішити проблему застарілими, збитковими методами не можливо. Необхідно радикально реорганізувати водопостачання Донбасу з використанням високоефективних, надійних, економічних, сучасних технологій.

Донбас є маловодним регіоном, але при цьому тут щорічно скидається більше 500 млн. м<sup>3</sup> шахтних вод. В 2010 – 2014 рр. об'єм споживання питної води в регіоні складав ~ 300 млн. м<sup>3</sup>. Тому даної кількості шахтних вод при очищенні їх до якості питної води цілком достатньо для забезпечення потреб населення у питній воді. Навіть при виході води високої якості на рівні 70 – 75 % при застосуванні зворотньоосмотичних технологій об'єм очищеної води високої якості досягне 350 – 375 млн. м<sup>3</sup>/рік.

Застосування сучасних, високоефективних технологій очищення води має ряд переваг. Насамперед очищена вода буде найвищої якості і буде відповідати вимогам вітчизняних та міжнародних нормативних документів. При цьому глобально знизиться антропогенне

навантаження на природні водойми через значне скорочення об'ємів скиду шахтних вод. Перевагою є і те, що станції підготовки води будуть розміщуватися біля об'єктів скиду шахтних вод та населених пунктів – споживачів очищеної води. Подача води не буде залежати від непередбачуваних ситуацій на неконтрольованих територіях. Крім того знизяться енергозатрати на транспортування води, знизяться і втрати води при транспортуванні. Слід, враховувати, що при сьогодиншній економічній ситуації в державному бюджеті ніколи не буде коштів на знесолення шахтних вод при їх скиді у природні водойми. А так, як більшість шахт на сьогодні не працюють, або є нерентабельними, то вони також не зможуть профінансувати впровадження технологій очищення води. А це значить, що шахтні води організовано чи неконтрольовано будуть скидатися у довкілля, наносячи значної шкоди населеним пунктам та природним водоймам.

З іншого боку, при правильній організації проектування та будівництва очищення шахтних вод методами зворотнього осмосу або нанофільтрації їх експлуатація та використання будуть цілком рентабельними. Собівартість очищення 1 м<sup>3</sup> води буде на рівні 10 – 15 грн. Якщо врахувати, що транспортування води буде недорогим, то ціна на воду буде цілком прийнятною для населення. Тому певні фінансові вкладення будуть необхідні на першому етапі впровадження технологій. Крім того, враховуючи економічну привабливість даних проектів, цілком можливі фінансові надходження при організації акціонерних товариств.

Проблемною стороною даного підходу є утилізація концентратів, що утворюються при очищенні води. Науковці КПІ ім. Ігоря Сікорського разом з компанією «Технології природи», іншими науковими та науково-технічними організаціями, включаючи інститути НАН України, багато років працюють над вирішенням даних проблем. На сьогодні розроблено технології переробки даних концентратів з отриманням будівельних матеріалів, реагентів для очищення та знезараження води (кислот, лугу, коагулянту, гіпохлориту та хлорату натрію). Крім того розроблено економічні методи випаровування цих розчинів з отриманням солей у сухому вигляді.

Дані технології є перспективними і при опрісненні солонуватих артезіанських вод, ґрунтових вод на приморських територіях, солонуватих вод Дністровського та Дніпро – Бузького лиманів, морських вод. Особливо привабливим є застосування даних технологій при опрісненні вод Азовського моря, рівень мінералізації вод якого не високий. Насамперед це стосується крупних промислових центрів – Маріуполя, Мелітополя, інших міст Приазов'я.

Очевидно, що без державної підтримки впровадження принципово нових технологій у водозабезпеченні населення України неможливе. А це необхідно. Необхідно тому, що більшість населення України п'є неякісну воду, що є однією із причин високого рівня захворюваності.

В ситуації, яка склалась, певна частина підприємців, політиків зацікавлена в збереженні архаїчної системи водозабезпечення населення, у витраті коштів на енергозатратні технології, заставляючи населення платити не лише за неякісну воду, але і за ті значні об'єми води, що втрачаються при транспортуванні. Вигідною є і реалізація бутильованої води.

З іншого боку вирішення проблеми водозабезпечення, особливо у проблемних регіонах, дасть значний поштовх до розвитку економіки держави, у зростанні добробуту населення.

#### Використана література

3. Trus. I. Comprehensive Saltwater Clearing Technology / I. Trus, H. Fleisher, M. Gomelya, V. Halysh, Y. Radovenchik // Metallurgical and Mining Industry. – 2018. – №2. – P. 17-21.
4. Гомеля М.Д. Застосування баромембранних методів в процесі очищення води від іонів важких металів / М.Д. Гомеля, В.П. Іванова, І.М. Трус, Є.С. Булгаков // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2018. – № 3 С. 23-27.

5. Гомеля М.Д. Очистка води від іонів важких металів відстоюванням, нанофільтруванням та флотацією / М.Д. Гомеля, І.М. Трус, О.В. Глушко // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І.Вернадського. – 2019. – Том 30 (69) . – № 2. – С. 204-213.

---

## **ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЙ ПОПЕРЕДНЬОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВ З ВИРОБНИЦТВА ШТУЧНОЇ ШКІРИ**

**Кіка Л.С., Саблій Л.А.**

*Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені  
Ігоря Сікорського", Україна, Київ, [kika.lyuba@gmail.com](mailto:kika.lyuba@gmail.com)*

На зорі історії людства шкури тварин, а пізніше і вироблена з них натуральна шкіра, використовувалися людиною для отримання предметів домашнього ужитку. Прогрес людства супроводжувався не тільки зростанням потреб кожної людини, але і виникненням складних екологічних проблем, що й стало причиною нестачі природної сировини. Ці моменти стали поштовхом до виникнення питання щодо створення штучного аналогу та обумовили розробку та організацію промислового виробництва штучних шкір. Спочатку вони використовувалися тільки в якості замінників натуральних шкір, а потім і для вирішення великої кількості інших завдань, причому для кожного конкретного випадку були отримані матеріали з необхідним комплексом властивостей. Для створення таких матеріалів були використані високомолекулярні сполуки, які і визначили різноманітний спектр сучасних штучних шкір як складних багатокомпонентних полімерних композиційних матеріалів [1, 2].

Незважаючи на всі переваги отримання штучних шкір, виробництво цього матеріалу має певні завдання щодо очистки стічних вод. Так, у якості сировини для створення штучних шкір використовують целюлозу, макулатуру, відходи шкіряних заводів (обрізки шкіри, хромову стружку).

У каналізацію скидають 40-50% усієї води, спожитої в технологічному процесі. Решта знаходиться в обороті.

Склад забруднень стічних вод виробництва штучних шкір характеризується такими показниками: ХСК (хімічне споживання кисню) – 200-800 мг/дм<sup>3</sup>; завислі речовини – 250-900 мг/дм<sup>3</sup>; БСК<sub>5</sub> (біологічне споживання кисню, що аналізується протягом 5 діб) – 40-75 мг/дм<sup>3</sup>; сухий залишок – 800-4600 мг/дм<sup>3</sup>; прожарений залишок – 300-800 мг/дм<sup>3</sup>; латекс – 5-30 мг/дм<sup>3</sup>; рН 6,6-8,0 [3].

Специфічними хімічними забрудненнями у стічних водах виробництва штучних шкір є нафтопродукти у вигляді мастильних речовин і гасу, які потрапляють у виробничу каналізацію внаслідок періодичного очищення вузлів папмашин від матеріалів для проклеювання. Також у стічні води разом із великою кількістю волокнистих домішок і зависей додатково потрапляє широкий спектр речовин: бітум, каніфоль, силікатний клей, каолін, їдкий натр, глинозем, латекси, що використовують для проклеювання маси і надання водостійкості картону.

Для попереднього очищення стічних вод промислового підприємства по виробництву штучних шкір використовують різні механічні і фізико-хімічні методи очищення [4]:

- відстоювання - застосовують відстійники різноманітних конструкцій, в яких досягається зниження концентрації завислих речовин на 50-60% за час відстоювання 1,5-2 год;